

氏 名	鎌 野 寛 之
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 4819 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当者
学 位 論 文 名	Study of baryon resonances in $N-N$ reaction ( $N-N$ 反応におけるバリオン共鳴の研究)
論文審査委員	主査 教 授 櫻 木 弘 之      副査 教 授 牲 川 章 副査 助教授 有 馬 正 樹

### 論 文 内 容 の 要 旨

$N-N$  反応は、ストレンジネスを持たないバリオン共鳴の研究において重要な反応チャネルのひとつである。また、この反応の研究を通じて 中間子や 散乱長に関して有益な情報が得られると期待されている。これらの情報はハドロン相におけるカイラル対称性の自発的破れの機構を理解するうえで鍵になるものである。近年、BNL で行われている中間子ビームを用いた一連のハドロン反応実験 (Crystal Ball Collaboration ; CBC) のなかで、中間エネルギー領域における  $\bar{p} \rightarrow p \pi^0 \pi^0 n$  反応の高精度な実験データが得られ、反応過程に現れるバリオン共鳴や 中間子に関連した興味深い事実が報告されている。

本論文では、CBC 実験に対応するエネルギー領域の  $N-N$  反応を理論的に研究する。特に、全断面積および不変質量分布の計算を通じて、この反応へのバリオン共鳴の影響や 中間子の存在について議論する。計算に際して、ハドロンの自由度は相対論的な場として記述し、共鳴状態のもつ幅やハドロンの有限の大きさに起因する効果は現象論的に導入される。これに対し、 中間子は二つの 中間子の再散乱機構によって動的に生成される。また、計算はカイラル簡約公式と呼ばれる手法を出発点に行われる。これにより、現象論的な議論においてもカイラル対称性からの要請を常に尊重した形で議論を進めることが可能になる。

以上の手法に基づいた議論から、主に以下の結論を得た。(1) CBC 実験で得られたデータの特徴的な振舞いは、 $N^*(1440)$  の二つの崩壊過程、 $N^* \rightarrow p \pi^0 \pi^0$  および  $N^* \rightarrow N(\pi\pi)_s$  の強い干渉効果に起因する。(2) 中間子の伝播に相当する二つの 中間子の再散乱により生じる散乱振幅の運動量依存性を考慮しなければ、いくつかの実験データ、特に  $\bar{p} \rightarrow p \pi^0 \pi^0 n$  反応の  $\pi^0 \pi^0$  質量分布、を再現することが難しい。このことは、 $N-N$  反応が 中間子の存在を実証するうえで実際に有益な手掛かりになることを示唆している。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

中間子・核子 ( $N$ ) 散乱の情報は、ハドロンの構造やハドロン間相互作用を調べるうえで重要なものである。中でも  $N-N$  反応は  $N$  散乱における最大の非弾性チャンネルであり、さまざまな研究がなされている。本研究で取り上げている「カイラル対称性に基づくバリオン共鳴の性質の理解」というテーマも興味深いものの一つである。

本研究は、 共鳴とローパー共鳴と呼ばれるバリオン共鳴に着目し、それらが  $N-N$  反応に与える影響を系統的に考察したものである。その際、カイラル対称性がハドロン物理において最も基本的であることを考慮し、マスターフォーミュラという定式化を用いることで、本研究での議論にカイラル対称性が正確に反映されるようにしている。

本論文の第一章では研究の背景が説明され、第二章ではマスターフォーミュラにもとづく定式化が与えられている。第三章では  $N \rightarrow N$  反応におけるバリオン共鳴の役割について、最新のデータも含めた色々な観測量を系統的に解析している。また、終状態に現れる中間子のスカラー・アイソスカラー相関に言及し、謎の粒子である中間子との関連を議論している。そして第四章で本論文の全内容をまとめている。

以上のように、本研究は  $N \rightarrow N$  反応の解析を通して、バリオン共鳴についての新しい知見を得たものである。カイラル対称性を最大限尊重した定式化に基づいていることは、本研究の議論の一般性を支えるうえで重要な意義がある。そして、バリオン共鳴の性質を明確にするための新しい試みとしてハドロン物理に対する大きな貢献をしている。よって本論文の著者は、博士（理学）の学位を受ける資格を有するものと認める。